

EINE EXPERIMENTELLE STUDIE
ÜBER DIE UNTERSCHIEDLICHE KARIOGENIZITÄT VON DIÄTEN
BEI DER OSBORN-MENDEL-ALBINO-RATTE

VON
KLAUS GAERTNER

1968

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

EINE EXPERIMENTELLE STUDIE
ÜBER DIE UNTERSCHIEDLICHE KARIOGENIZITÄT VON DIÄTEN
BEI DER OSBORN-MENDEL-ALBINO-RATTE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

KLAUS GAERTNER
Zahnarzt aus Sprottau (Schlesien)

MAINZ 1968

Dekan: Professor Dr. L. Diethelm
Referent: Professor Dr. Dr. P. Riethe
Korreferent: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
Tag der mündlichen Prüfung: 3. Februar 1968



Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst Mainz

MEINEN ELTERN GEWIDMET

I. Einführung der Darstellung	1
II. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	2
III. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	3
IV. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	4
V. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	5
VI. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	6
VII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	7
VIII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	8
IX. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	9
X. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	10
XI. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	11
XII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	12
XIII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	13
XIV. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	14
XV. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	15
XVI. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	16
XVII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	17
XVIII. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	18
XIX. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	19
XX. Die Geschichte der Familie von Vorfahren und Nachkommen	20

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
A. Einleitung und Problemstellung	1
B. Der Einfluß der Nahrung auf Karies und Resistenz der Zahnhartsubstanzen	4
I. Ernährungsfaktoren in zahnärztlicher Sicht	4
II. Unterschiedliche Kariogenizität menschlicher Nahrungsmittel im Tierexperiment	5
C. Eigene tierexperimentelle Untersuchungen	7
I. Experimentelle Auswertung der Kariogenizität verschie- dener Diäten im Tierversuch	7
1. Diskussion des Tiermaterials	7
2. Kariogene Diäten	7
3. Methodik der durchgeführten Fütterungsversuche .	8
II. Auswertung der Fütterungsversuche	10
1. Herstellung der Schliffpräparate	10
2. Methodik der mikroskopischen Auswertung	11
a) Herstellung der Präparate	11
b) Beurteilung der Läsionen	12
3. Methodik der mathematisch-statistischen Auswertung	14
D. Ergebnisse	16
1. Datenbeschreibung	16
2. Statistische Prüfung des Datenmaterials	28
E. Kritische Betrachtung der Untersuchungen und ihrer Ergebnisse	35
F. Zusammenfassung	36
G. Literaturhinweise	38

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Für die Entstehungsweise der Karies gilt noch heute die Definition W.D.MILLERS (1889) und ist danach als ein chemisch-parasitärer Vorgang anzusehen. MILLERS Theorie begründete sich in erster Linie auf der histologischen Untersuchung des Dentins.

"Die Lockerung der Schmelzprismen wird durch Säuren bedingt; sie entstehen im Munde durch Gärung von Kohlehydraten. Eine direkte Wirkung auf den Schmelz üben die Spaltpilze nicht aus".

Es sind also nicht die Bakterien allein, welche eine direkte Wirkung auf den Zahnschmelz ausüben, sondern eine Kombination verschiedener Vorgänge. Die Ätiologie der Zahnkaries wird bestimmt durch das Zusammenwirken verschiedenster Faktoren. Lokale Einflüsse, Einflüsse von Seiten des Speichels und des Endokrinium, pränatale und postnatale Störungen der Zahnentwicklung lassen das Erscheinungsbild der Karies als einen multikausalen Vorgang erscheinen.

An bevorzugten Prädilektionsstellen der Zahnoberfläche werden hauptsächlich Kohlenhydrate abgebaut.

WANNENMACHER, E. (1963) spricht von "lokal disponierenden Bedingungen" und versteht darunter einmal Grübchen und Fissuren der Zähne in ihren individuell verschiedenen Formen, zum anderen die approximalen Flächen sowie das Gebiet der Zahnhälse-Retentionsnischen, die für eine Belagbildung besonders geeignet sind.

Die mit der Nahrung aufgenommenen Kohlenhydrate können sich an diesen Prädilektionsstellen festsetzen und damit weitgehend dem natürlichen Reinigungsprozeß der Mundhöhle durch Zungentätigkeit und Spülspeichel entzogen werden.

MILLER, W. D. gelang bereits der Nachweis bei Untersuchungen in-vitro, daß die Mundbakterien die Fähigkeit besitzen, durch Gärung aus den Kohlehydraten der Nahrung Säuren zu bilden (zit. n. KÖNIG, K. G. 1966).

Die im Bakterienstoffwechsel entstehenden oder auch durch die Nahrung zugeführten Säuren greifen die Hartsubstanzen der Zahnoberfläche an. Der Zahnschmelz wird entkalkt und die freiliegenden organischen Massen durch die von den Bakterien gelieferten Enzyme weiter abgebaut.

Der Vorgang wird durch die Tatsache begünstigt, daß an oben erwähnten besonders disponierten Kariesprädilektionsstellen die Zähne von einer "Plaque" (KÖNIG, K. G. 1966) umgeben sind. In der Plaque werden die Kohlenhydrate durch die Enzyme der Mikroorganismen zu Gärungssäuren abgebaut.

Der die "Plaque" bildende Bakterienfilm setzt sich aus streptococcus lacticus, bacillus lacticus, streptococcus pyogenes, Neisseria, Veillonella und Fadenbakterien zusammen (WANNENMACHER, E. 1963 und KÖNIG, K. G. 1966). Da die Verweildauer der Nahrung im Munde nur $1/2 - 1$ Minute beträgt (LEHNARTZ, E. 1952), spielen normalerweise die fermentativen Spaltungsvorgänge durch die im Speichel enthaltenen Enzyme nur eine untergeordnete Rolle.

Aufbauend auf den Untersuchungen MILLERS konnte WILLIAMS, J. L. (1897) an der Schmelzoberfläche unentkalkter Dünnschliffe kariöser Zähne einen Pilzrasen säurebildender Mikroorganismen feststellen.

WILLIAMS war der Ansicht, daß die leimartige Beschaffenheit dieser Beläge ein Auswaschen der durch den Bakterienstoffwechsel gebildeten Säuren durch den Speichel verhinderte.

Der Speichel reagiert mit pH-Werten zwischen 6-7 neutral oder schwach sauer (LEHNARTZ, E. 1952). Er wird jedoch nie so sauer, daß er auf den Zahnschmelz entkalkend wirkt. Anders verhält es sich jedoch in den Gebieten der Zähne, die von der Plaque bedeckt werden. Unter der schützenden Plaque kann der kritische pH-Wert unterschritten werden, und die so entstehenden Säuren können auf die Zahnoberfläche entkalkend wirken.

Die Grundsubstanz der Kariesplaque ist ein Niederschlag von Mucoproteinen und Proteinen aus dem Speichel (KÖNIG, K. G. 1966).

Zucker in verschiedener Kombination mit stärkehaltigen Produkten bilden in der Plaque einen Nährboden für die Mikroorganismen.

Nach MILLER, W. D. (1889) kann man "keine Karies erwarten", wenn "die zur Säurebildung erforderlichen Kohlehydrate fehlen".

Zum Beispiel konnte im Tierversuch bestätigt werden, daß Ratten gesunde Zähne behalten, wenn die gesamte Nahrung unter Ausschaltung lokaler Mundhöhlenkontakte mit der Magensonde verabreicht wird.

Durch den Speichel wird also das Kariesgeschehen weitgehend beeinflußt. Die Entkalkung der Zahnhartsubstanzen kann durch geringe Speichelmengen und hohe Viskosität derselben außerordentlich begünstigt werden. Die Speichelmenge ist reduziert und die Viskosität des Speichels erhöht bei einer Reizung des Sympathikus oder Sympathikotonie.

Ebenso kann durch eine Entfernung der Speicheldrüsen der Kariesbefall erhöht werden.

HOLLOWAY, I. J. (1961) gelang es im Tierversuch, bei kariesresistenten Stämmen des Goldhamsters durch Extirpation der Speicheldrüsen Läsionen an der Schmelz-Zement-Grenze zu erzeugen.

Von entscheidender Bedeutung ist ferner die Konzentration von Calcium- und

Phosphationen im Speichel. An Stellen der Zahnoberfläche, an denen der Ionengleichgewichtszustand zwischen der Grenzfläche Schmelz und Speichelfilm gestört ist, kommt es zu "zentrifugalen Diffusionsvorgängen" (KÖNIG, K.G. 1966).

Das ist der Fall, wenn der kritische pH-Wert der Plaque unter 5,5 sinkt und damit die Konzentration an Phosphat- und Calciumionen der Schmelzoberfläche zunimmt, während die Konzentration der Calcium- und Phosphationen im Speichel unter dem Sättigungsgrad liegt.

Neben den grundlegenden Erkenntnissen MILLERS über das Kariesgeschehen sind in den letzten Jahrzehnten mehr oder weniger begründete Thesen und Hypothesen über die Kariesentstehung aufgestellt worden.

WANNENMACHER, E. (1963) erwähnt die Möglichkeit einer Demineralisation des Zahnschmelzes ohne Einwirkung von Bakterien und Säuren, das heißt Entkalkung auch im alkalischen oder neutralen Milieu oder bei Bestehen eines Membranpotentials, wobei die äußeren Schmelzschichten als Membran aufgefaßt werden müssen.

Die ursächlichen Bedingungen der Karies lassen also in ihrer Vielfältigkeit erkennen, daß auf verschiedenen Wegen das Kariesgeschehen ausgelöst werden kann.

Das Überhandnehmen der Karies wird größtenteils auf den hohen Konsum raffinierter Kohlenhydrate und besonders auf den Zuckergenuß zwischen den Mahlzeiten zurückgeführt.

Im folgenden soll die Kariogenizität verschiedener Diäten im Tierexperiment geprüft werden.

B. DER EINFLUSS DER NAHRUNG AUF KARIES UND RESISTENZ DER ZAHNHARTSUBSTANZEN

Die Entstehung der Karies ist in entscheidendem Maße mit abhängig vom Milieu, das in der Mundhöhle vorherrscht und damit auch die Zähne umgibt.

Verschiedene Faktoren wiederum sind es, deren Vorhandensein nicht ohne Einfluß auf die Kariesanfälligkeit oder Resistenz der Zahnhartsubstanzen ist.

Ohne bestimmte Einflüsse von Seiten des Speichels und des Endokrinium (BIBBY, B. G., SHAW, J. H. 1965; KÖNIG, K. G. 1966), ohne Kohlehydrate (BALOGH, K. 1961), ohne Kontakt von Nahrungsbestandteilen mit besonders disponierten Prädispositionsstellen der Zahnoberfläche und ohne die den Stoffwechsel in der Mundhöhle vollziehenden Mikroorganismen (NAUJOKS, R. 1964) kann Karies nicht entstehen.

Fette, Eiweiße, Kohlenhydrate, Vitamine und Mineralsalze sind mehr oder minder in der Nahrung enthalten, die täglich verabreicht wird.

Die Zusammensetzung der angebotenen Kostform im Hinblick auf die genannten Bestandteile ist für das Kariesgeschehen von Bedeutung.

Nach BRAMSTEDT, F. (1965) bietet eine in ihrer Zusammensetzung qualitativ hochwertige Nahrung durchaus keinen Schutz gegen Karies. Andererseits fördert eine minderwertige Ernährung ohne ausreichende Zufuhr an Eiweißen, Vitaminen und Mineralsalzen (Spurenelementen) nicht die Ausbreitung der Karies.

"In neuerer Zeit wurde von zahlreichen Autoren statistisch und experimentell bewiesen, daß Kohlenhydrate, besonders Zucker, die intensivsten Säurebildungen und Kariesangriffe verursachen" (WANNENMACHER, E. 1964).

I. ERNÄHRUNGSFAKTOREN IN ZAHNÄRZTLICHER SICHT

Während des zweiten Weltkrieges und einige Jahre danach wurde in Deutschland eine Kost verabreicht, die einen geringen Anteil an Fetten und Eiweißen enthielt, dafür jedoch kohlenhydratreich war. Trotz dieser qualitativ minderwertigen Ernährung war in diesen Jahren der Kariesbefall außerordentlich gering. Der prozentuale Anteil der Kohlenhydrate der gebotenen Kostform war überwiegend und eine kariogene Wirkung konnte denselben nicht abgesprochen werden.

Die Beobachtungen über die Zusammenhänge zwischen Kariesfrequenz und Kohlenhydratkonsum waren jedoch keineswegs eindeutig.

Bei verschiedenen experimentellen Untersuchungen in der Folgezeit zeigte es

sich, daß eine kariogene Wirkung weniger den hochmolekularen Kohlenhydraten wie Stärke und Glykogen, sondern mehr den niedermolekularen Zuckern zukommt.

In den ersten Nachkriegsjahren konnte diese Erkenntnis durch das Vipeholm-Experiment bestätigt werden.

Seit 1945 wurden auf Veranlassung des schwedischen Staates in den Anstalten Vipeholm bei Lund laufende Untersuchungen über die Ausbreitung der Karies bei unterschiedlichen Kohlenhydratmengen in der täglich verabreichten Nahrung angestellt (BRAMSTEDT, F., KRÖNCKE, A., NAUJOKS, R., VONDERLINN, R. 1954; GUSTAVSSON, B. 1952).

Das Ergebnis der großangelegten Vipeholm-Untersuchungen ließ erkennen, daß eine herabgesetzte Verabreichung von Kohlenhydraten, insbesondere der niedermolekularen klebrigen Zucker zwischen den Mahlzeiten, eine Reduktion der Karies bewirkte.

Nach WESSLAU, E. (1965) konnte bei einer Untersuchung von 506 Jugendlichen der Anstalten Eben-Ezer festgestellt werden, daß der Kariesbefall wesentlich geringer war als in der Durchschnittsbevölkerung. Die geringere Befallsquote wurde auf die in Eben-Ezer verabreichte geringer kariogen wirkende Anstaltskost zurückgeführt.

II. UNTERSCHIEDLICHE KARIOGENIZITÄT MENSCHLICHER NAHRUNGSMITTEL IM TIERVERSUCH

Großversuche wie in Vipeholm sind aufwendig und teuer. In der Kariesforschung suchte man deshalb nach anderen experimentellen Möglichkeiten. BOUWEN, W. H. (1965) gelang es bei Affen (*Macaca irus*), die eine mit Kohlenhydraten angereicherte Kost erhielten, in relativ kurzer Zeit kariöse Läsionen zu erzeugen, die röntgenologisch und klinisch der bei den Menschen festgestellten Karies gleichen.

In den vorhergehenden Jahren konnte in experimentellen Fütterungsversuchen bei Ratten und Goldhamstern nachgewiesen werden, daß durch eine kohlenhydratreiche Kost ebenfalls Karies hervorgerufen werden kann.

SHAW, S. H. (1954) stellte in Fütterungsversuchen fest, daß kohlenhydratreduzierte oder kohlenhydratfreie Diäten, die nur Fette und Proteine enthielten, eine intensive Karieshemmung zeigten gegenüber einer Kost, die Stärke beziehungsweise Stärkeprodukte in gleicher Konzentration enthielt.

GUSTAVSON, G., STELLING, E., BRUNIUS, E. (1952) dagegen konnten beim Goldhamster experimentell nachweisen, daß eine Verbindung zwischen dem Verbrauch an Kohlenhydraten und dem Entstehen der Zahnkaries besteht. In

Fütterungsversuchen zeigte es sich, daß die Polysaccharide Stärke und Glykogen eine weitaus geringere kariogene Wirkung besitzen als das Monosaccharid Glucose. Diäten mit Lactose und Fructose waren dagegen kariogener im Verhältnis zu Kostformen, die Glucose enthielten.

Wird bei Diäten, die zu zwei Drittel Saccharose enthalten, der Rohrzucker in zunehmendem Maße durch Stärke ersetzt, "so nimmt die kariogene Wirkung des Futters ab" (MÜHLEMANN, H. R., KÖNIG, K. G. 1965).

Die Tierversuche zeigen eindeutig, daß "die niedermolekularen Zucker kariogen, die hochmolekularen praktisch kaum kariogen sind" (BRAMSTEDT, F. 1965).

Für Kariesversuche erwies sich die Osborn-Mendel-Albinoratte als besonders geeignet.

Der Kariesbefall der Osborn-Mendel-Albinoratte wird außerdem beeinflußt durch die unterschiedliche Korngröße der verfütterten Diäten.

So konnte KÖNIG, K. G. (1962) feststellen, daß eine 66% Zucker enthaltende Diät eine starke kariogene Wirkung zeigte, im Gegensatz zu einer 66-prozentigen verabreichten Maisdiät. Ebenso induzierte eine Verringerung der Partikelgröße mehr Läsionen und dieselben traten stärker bei Zuckerdiät als bei Maisdiät auf.

ERSHOFF, B. H., BRANN, A. S., BAVETTA, A. L. (1962) verglichen den Kariesbefall von Ratten, welche mit drei verschiedenen Diäten ernährt wurden. Bei einer Zuckerdiät mit 84% Staubzuckergehalt hatten die Tiere im Durchschnitt 46,8% Karies, bei einer 80-prozentigen Weizenmehldiät nur 14,9% und bei verabfolgter Magermilch-Maisstärke-Diät (35% bzw. 45%) nur 3,7%.

GUSTAVSON, G., STELLING, E., BRUNIUS, E. (1952) gaben beim Goldhamster eine Rohrzuckerdiät. Von 142 anschließend untersuchten Tieren hatten 134 kariöse Zähne (94,4%) und von den insgesamt 994 untersuchten Zähnen waren 592 kariös (59,5%).

In folgenden vergleichenden Fütterungen wurde nun die Rohrzuckerdiät durch Stärkediät ersetzt. Dabei hatten von 129 untersuchten Tieren nur 4 kariöse Zähne (3,1%) und von 774 untersuchten Zähnen wiesen 8 kariöse Läsionen auf.

Später konnten GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. und BRUNIUS, E. (1957) bei Fütterungsexperimenten an Ratten mit 66-prozentiger Rohrzuckerdiät ebenfalls zahlreiche kariöse Läsionen feststellen, wenn die Diät während der Versuchsperiode ad libitum verabreicht wurde.

Die Untersuchungen machen uns deutlich, daß zwischen "Einwirkungszeit und

Konzentration der Diät und den auftretenden Läsionsgraden eine Abhängigkeit besteht" (GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. und BRUNIUS, E. 1955).

Im folgenden soll diese Feststellung tierexperimentell untersucht werden.

C. EIGENE TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

I. EXPERIMENTELLE AUSWERTUNG DER KARIOGENIZITÄT VERSCHIEDENER DIÄTEN IM TIERVERSUCH

Unsere Aufgabe bestand darin, Fütterungsdiäten verschiedener Zusammensetzung und Konzentration auf ihre unterschiedliche Kariogenizität hin zu untersuchen. Als Versuchstier stand uns die Osborn-Mendel-Albinoratte zur Verfügung.

1. Diskussion des Tiermaterials

Nach KÖNIG, K. G. und MARTHALER, Th. M. (1958) erfolgt der Durchbruch der Molaren bei der Osborn-Mendel-Albinoratte zeitlich anders als bei Ratten allgemein. Der untere 1. Molar durchbricht zwischen dem 15. und 19. Tag, der untere 2. Molar zwischen dem 16. und 22. Tag nach der Geburt die Schleimhaut. Deshalb konnten wir unmittelbar nach der Entwöhnung der Tiere, also im Alter von 21 Tagen, mit den Fütterungsversuchen beginnen. Da die Versuchsperiode 14 Tage dauerte, der untere 3. Molar jedoch erst zwischen dem 34. und 45. Tage die Mundschleimhaut durchbricht, konnte er bei der späteren Auswertung der Versuche nicht berücksichtigt werden.

Da bei unseren Untersuchungen nur der kariogene Befall der Rattenmolaren des Unterkiefers ausgewertet wurde, interessierten an dieser Stelle die Durchbruchzeiten der Mahlzähne im Oberkiefer nicht.

2. Kariogene Diäten

Im Fütterungsversuch standen uns 4 inadäquate Diäten folgender Zusammensetzung zur Verfügung:

Gruppe	Versuchsdiät	Zusammensetzung
I	Labordiät	66,6% Weizenbackschrot 33,3% Vollmilchpulver

Fortsetzung:

Gruppe	Versuchsdiät	Zusammensetzung
II	Stärkediät	66,0% feine Stärke 32,0% Magermilchpulver 2,0% Trockenleber
III	Zucker-Stärke- diät	33,0% feiner Zucker 33,0% feine Stärke 32,0% Magermilchpulver 2,0% Trockenleber
IV	Stephan 580 Diät	66,0% feiner Zucker 32,0% Magermilchpulver 2,0% Trockenleber

Die in der I. Versuchsgruppe verfütterte Labordiät dient im allgemeinen der Aufzucht der Versuchstiere. Die Testdiäten der Gruppe II und III sind eine modifizierte Abwandlung der Stephan 580-Diät (Versuchsgruppe IV). Bei der Stärkediät der Versuchsgruppe II wurden die 66% feiner Rohrzucker durch Stärke (Mondamin = 86% Maisstärke, 13% Wasser und 1% Sonstigem) ersetzt. In der Gruppe III kamen Zucker und Stärke zu gleichen prozentualen Anteilen in Anwendung.

3. Methodik der durchgeführten Fütterungsversuche

80 Osborn-Mendel-Albinoratten wurden im Alter von 21 Tagen von den Muttertieren getrennt und in gleichem Verhältnis auf einzelne Futterboxen nach Zufall verteilt.

Jedes Tier wurde mit einem Hauptmerkmal und einem Einzelmerkmal farbig gekennzeichnet, anschließend gewogen und tabellarisch erfasst.

Dabei wurden jeweils 4 Futterboxen, von denen jede 5 Jungtiere enthielt, zu einer Versuchsgruppe zusammengefaßt. Die einzelnen Futterboxen einer Versuchsgruppe wurden mit dem gleichen Farbmerkmal gekennzeichnet, um einen Austausch der Boxen verschiedener Gruppen auszuschließen.

Nach 14 Tagen, also am Ende der durchgeführten Fütterungsversuche, wurden die Tiere nochmals gewogen und die Gewichtszunahmen notiert.

Während der 14tägigen Versuchsdauer wurden die verschiedenen kariogenen Diäten ad libitum verabreicht, die Tiere hatten also Tag und Nacht Zugang zu ihren Futternäpfen. Als Trinkwasser wurde Aqua destillata ebenfalls ad libitum gegeben.

In der folgenden Tabelle sind die Gewichtszunahmen der Gruppen I-IV nach ihrer Größe geordnet. Die Gewichtszunahmen der einzelnen Tiere in den Gruppen können als normal bezeichnet werden. Weiterhin gibt uns die Tabelle Aufschluß über die Summe der Gewichte (Σ), das durchschnittliche Gewicht ($\bar{x}$) sowie über die Standardabweichung (s_x).

Tabelle 1

Die Gewichtszunahmen der Tiergruppen I-IV nach ihrer Größe geordnet

Gruppe I Labordiät	Gruppe II Stärkediät	Gruppe III Zucker- Stärkediät	Gruppe IV Stephan-580 Diät
33	26	27	22
43	35	30	23
44	37	35	26
49	37	36	26
50	41	37	28
51	42	39	28
52	43	39	28
52	45	40	28
54	46	40	30
56	47	41	31
58	49	42	31
58	50	44	31
60	52	44	32
60	52	45	33
61	53	45	33
64	53	46	34
68	58	48	35
68	59	48	35
69	59	48	35
70	76	55	43
Σ 1120.00	960.00	829.00	612.00
$\bar{x}$ 56.00	48.00	41.45	30.60
s_x 2.16	2.42	1.47	1.07

Σ : Gesamtsumme $\bar{x}$: Durchschnittliche Gewichtszunahme pro Tier

s_x : Standardabweichung

II. AUSWERTUNG DER DURCHGEFÜHRTEN FÜTTERUNGSVERSUCHE

1. Herstellung der Schliffpräparate

Nach 14tägiger Versuchsperiode wurden die Tiere geopfert, die Unterkiefer gelöst, anschließend mit einer Schere grob präpariert und die Rattenkiefer danach für 48 Stunden in 15prozentiger Formalinlösung fixiert. Die restlichen Weichteile lassen sich dann leichter entfernen.

Bei der Herstellung der Zahnschliffe benutzten wir die nach Angaben von JANSEN, M. T. (1950) hergestellte Serienschliffmaschine.

Das Verfahren erprobten schon BÜTTNER, W. et al. (1956) und mit einigen Abänderungen übernahmen es später KÖNIG, K. G., MARTHALER, T. M. und MÜHLEMANN, H. R. (1958). In modifizierter Form übernahmen wir die Methodik. Dabei wurde je eine Kieferhälfte mit thermoplastischer Xantogen-Abdruckmasse auf einem Objektträger fixiert. Der Objektträger ist durch eine Halterung verschiebbar mit einer Mikrometerschraube verbunden. Die jeweiligen Kieferquadranten müssen dabei achsenparallel zur Schnittebene der rotierenden Schleifscheibe aus Phosphorbronze folie ausgerichtet sein.

Unter stetiger Wasserberieselung wird der mit dem Präparat beschickte Objektträger gegen die rotierende Scheibe geführt. Von buccal beginnend, können von jeder Kieferhälfte durchschnittlich 6 Zahnschliffe hergestellt werden. Es muß dabei beachtet werden, daß die Trennscheibe nicht zu tief geführt werden darf. Ist das der Fall, können sich einzelne Schliffe vorzeitig ablösen und für eine weitere Auswertung verloren gehen. Von Zeit zu Zeit wird die Trennscheibe mit Diamantschleifpaste beschickt.

Die so behandelten Kieferhälften werden nach völliger Trocknung mit einem Tropfen Schiffsreagenz (KÖNIG, K. G. 1966), der mittels einer Pipette appliziert wird, im Verhältnis 1 : 4 verdünnt. Dadurch wurde eine zu starke Anfärbung der Präparate vermieden. Ebenfalls spülten wir das Präparat sofort in einem bereitgestellten Gefäß mit Aqua destillata, um eine diffuse Verfärbung der Schliffe zu verhindern, denn dadurch wird die mikroskopische Auswertung der Zahnschliffe erschwert.

Eine Spülung unter fließendem Wasser (KÖNIG, K. G. 1966) erwies sich als nicht angebracht, da dadurch leicht einzelne Schliffe abgerissen werden und für eine weitere Auswertung damit meistens verloren sind. Sofort nach der Anfärbung werden mit Hilfe eines Skalpell die Schliffe der Kieferquadranten getrennt und in der Anordnung von buccal (oben) nach lingual (unten) auf einen Objektträger übertragen sowie mit durchsichtigem Tesafilm fixiert.

2. Methodik der mikroskopischen Auswertung

a) Herstellung der Präparate

Die angefärbten, 120-150 μ dicken Schliffpräparate wurden bei auffallendem Licht unter einem Stereomikroskop bei 25-40-facher Vergrößerung untersucht und ausgewertet.

Gesunde Dentin- und Schmelzzonen mit abgeschlossener Verkalkung erscheinen dabei ungefärbt. Kariöse Läsionen und noch nicht vollständig verkalkter Schmelz sind intensiv rot gefärbt.

Die Auswertung der Schliffe eines linken und rechten Kieferquadranten wird jeweils von zwei Beobachtern getrennt durchgeführt. Anschließend vergleicht man die so gewonnenen Ergebnisse miteinander. Ergab bei unseren Untersuchungen das Resultat keine Einstimmigkeit, wurde das entsprechende Präparat gemeinsam diskutiert und nachfolgend eingestuft.

Durch diese doppelte Auswertungsmethode verschiedener Beobachter konnte eine voreingenommene Befunderhebung weitgehend ausgeschlossen werden. Damit war eine unabhängige Beurteilung der Läsionsgrade einer jeweils rechten und linken Kieferhälfte garantiert.

Bei der mikroskopischen Auswertung wurde in jeder Kieferhälfte nur der 1. und 2. Molar berücksichtigt. Aus schon erwähnten anatomischen Gründen muß in kurzfristigen Rattenexperiment der 3. Molar unberücksichtigt bleiben.

Die Untersuchungen beschränkten sich bei dem 1. Molaren auf drei Fissuren, beim 2. Molaren auf zwei Fissuren, insgesamt also auf fünf Fissuren in jedem Quadranten. Die kariösen Hartschmelzveränderungen wurden in Anlehnung an die erstmals von ROSEBURY, KARSHAN und FOLEY (1933b) klassifizierten und von KÖNIG, K. G. (1966) definierten vier Schweregrade beurteilt. Die unterschiedlichen Läsionsgrade A, T, B und C wurden durch die Größen A, B₁, B₂, C ersetzt [†]).

Die so gewonnenen Diagnosen unterschiedlicher Befallsschweregrade von fünf Fissuren einer Kieferhälfte erfaßten wir nun für jedes Tier auf modifizierten Randlochauswertungskarten (siehe Abbildung), ähnlich der von KÖNIG, K. G., MARTHALER, T. M. und MÜHLEMAN, H. R. (1958) angewandten Methode.

[†]) A = Schmelzläsion

B₁ = Läsion an der Schmelz-Dentingrenze

B₂ = mittlere Dentinläsion

C = schwere Dentinläsion

b) Beurteilung der Läsionen

Bei den nun folgenden Untersuchungen wurden zunächst die verschiedenen Befallsschweregrade der diagnostizierten Läsionen eines jeden 1. und 2. Molaren nach rechter und linker Rattenunterkieferhälfte getrennt tabelliert.

Jeder Befallsschweregrad der einzelnen Läsionen an den disponierten Kariesprädelektionsstellen wurde mit einer Gewichtszahl versehen.

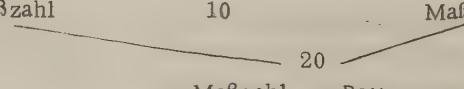
Entsprechend der Schweregrade A, B₁, B₂, C steigen dabei die Gewichtszahlen von 1 bis 4 an.

Wird nun der Kariesbefall schwerer, finden wir also immer mehr schwere und weniger leichte Läsionen, dann resultiert daraus auch eine größere Gewichtszahl, wenn wir davon ausgehen, daß dem Kariesbefallsschweregrad A die Gewichtszahl 1, B₁ die Gewichtszahl 2, B₂ die Gewichtszahl 3 sowie dem schwersten Befallsstadium C die Gewichtszahl 4 zugeordnet wird.

Durch Addition der Gewichtszahlen unterschiedlicher Kariesbefallsschweregrade A, B₁, B₂ und C entsprechend mikroskopisch festgestellter Läsionen erhalten wir die "Maßzahlen".

1. der Gewichtszahlen der Läsionsgrade pro Zahn
2. der Summe dieser Zahlen pro Kieferhälfte
3. pro Ratte.

An Versuchstier Nr. 1 der Fütterungsgruppe III (Zucker-Stärkediät) soll die Vergabe der Maßzahlen pro Ratte näher erläutert werden.

RECHTE KIEFERHÄLFTE		LINKE KIEFERHÄLFTE	
Schweregrad	Gewichtszahl	Schweregrad	Gewichtszahl
A	1	B ₂	3
B ₂	3	A	1
-----		-----	
A	1	B ₁	2
B ₂	3	B ₂	3
B ₁	2	A	1
-----		-----	
Maßzahl	10	Maßzahl	10
 20 Maßzahl pro Ratte			

RV.: R Stamm: Gruppe: R.N.: O.: Gew.: Geb.: V. beg.: Tig.: Kost: pränatal: Lochation: n. Entw.:

Unternehmer:

Auswertung

Grad	A	1	2	C
li				
re				
Inges.				

total durchlaufen

Grad	A	1	2	C
li				
re				
Inges.				

Index li re Inges.

re VK Li

Randlochauswertungskarte - Vorderseite - zur Auswertung kariogener Läsionen im Rattenunterkiefer.

Auswertung

Grad	A	1	2	C
li				
re				
Inges.				

total durchlaufen

Grad	A	1	2	C
li				
re				
Inges.				

Index li re Inges.

re OK Li

Rückseite der Lochkarte zur Auswertung der Rattenoberkiefer.

Diese Technik der Maßzahlvergabe und -addition ist zwar statistisch nicht befriedigend, da sie voraussetzt, daß 2 mal $A = B_1$ ist, sie gibt aber ein ausreichend klares Bild von den Unterschieden zwischen den Fütterungsgruppen und ist allgemein üblich.

Aus dem Schliffbefund können wir ersehen, wie "häufig während der Versuchszeit in den untersuchten Fissuren die verschiedenen Läsionsstadien auftraten oder durchlaufen wurden" (KÖNIG, K. G. 1966).

Nimmt der Kariesbefall an Schwere zu, dann sind dadurch immer mehr Prä-dilektionsstellen durch das schwerste Stadium C gekennzeichnet, indem alle vorausgegangenen leichteren Schweregrade A, B_1 , B_2 durchlaufen wurden, die Häufigkeit ihres Auftretens sich damit praktisch Null nähert.

Um jedoch den Kariesbefall richtig auswerten zu können, ist die Kenntnis der Häufigkeit sämtlicher Befallsschweregrade von Bedeutung, das heißt mit zunehmender Schwere des Kariesbefalls entsprechender Prä-dilektionsstellen muß die Zahl der Schweregrade zunehmen, wenn wir voraussetzen, daß sich die Läsionen in der Folge der Schweregrade A- B_1 - B_2 -C entwickeln.

Rekonstruieren wir nun die während der Versuchsperiode total durchlaufenen Schweregrade aus dem Schliffbefund, erhalten wir die longitudinale Auswertung der Läsionsstadien pro Rattenunterkiefer.

Für Schweregrad A beispielsweise errechnet sich das "totale Durchlaufen" in der longitudinalen Auswertung aus der Zahl der aus dem Schliffbefund des zu untersuchenden Tieres diagnostizierten A-Stadien, zuzüglich der Anzahl fortgeschrittener Stadien B_1 , B_2 , C, die zu einem früheren Zeitpunkt der angesetzten Versuchsperiode das Stadium A durchlaufen haben. Zum Beispiel kommen wir bei Versuchstier 18 der vierten Tiergruppe entsprechend der diagnostizierten Läsionsgrade des 1. und 2. Molaren der rechten und linken Kieferhälfte zu folgenden Anzahlen "total durchlaufener" Schweregrade:

A total durchlaufen		
Rechts	M_2	1(diagnostizierte B_1 -Läsion)+ <u>1(diagnostizierte B_2-Läsion)+</u>
	M_1	<u>2(diagnostizierte B_1-Läsionen)+</u> 1(diagnostizierte C -Läsion)+
Links	M_1	2(diagnostizierte B_2 -Läsionen)+ <u>1(diagnostizierte A -Läsion)+</u>
	M_2	<u>1(diagnostizierte B_2-Läsion)+</u> 1(diagnostizierte B_1 -Läsion)
		10 Schweregrade

- B₁ total durchlaufen = 2+3+2+2 = 9 Schweregrade
 B₂ total durchlaufen = 1+1+2+1 = 5 Schweregrade
 C total durchlaufen = 1 Schweregrad

3. Methodik der mathematisch-statistischen Auswertung

Bei der statistischen Bearbeitung der Fütterungsversuche sollte festgestellt werden, ob gesicherte Unterschiede im Kariesbefall zwischen den Versuchsgruppen bestehen. Jede Versuchsgruppe umfaßte 20 Tiere.

Da jede der 4 Versuchsgruppen mit unterschiedlicher kariogener Kost gefüttert wurde, können die mikroskopischen Ergebnisse einer jeden Gruppe als unabhängig zur anderen Gruppe angesehen werden.

Die bei der mikroskopischen Auswertung ermittelten Maßzahlen pro Tiergruppe werden für den statistischen Vergleich der Versuchsgruppen untereinander herangezogen.

Aus der Summe der Maßzahlen (S) einer Versuchsgruppe ermittelten wir die durchschnittlichen Läsionsmaßzahlen ($\bar{x}$) nach folgender Formel:

$$\bar{x} = \frac{S}{n}$$

Als Maß für die Versuchsstreuung errechneten wir die Varianz nach folgender Formel:

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n - 1}$$

n = Zahl der Tiere pro Gruppe

x_i = Meßwert pro Tier

Die Maßzahlen und ebenso die Gewichte der einzelnen Tiergruppen wurden mit Hilfe des Rangtestes nach WILCOXON für unverbundene Stichproben (KOLLER, S. 1955) statistisch geprüft.

Als signifikant (statistisch gesichert) bezeichnen wir dabei ein Prüfergebnis, bei dem die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1% ($P \leq 1\%$) ist.

Ist die Irrtumswahrscheinlichkeit größer als 1%, aber höchstens 5%, so ist das Ergebnis als statistisch "auffällig" anzusehen ($1\% < P \leq 5\%$).

Als "nicht gesichert" ("nicht signifikant") bezeichnen wir Resultate mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit über 5% ($5\% < P$).

Im Rangtest nach WILCOXON werden den Maßzahlen der Versuchsgruppen Rangnummern in der Art zugeteilt, daß die kleinste Maßzahl die Nr. 1, die zweitkleinste die Nr. 2, die letzte und größte Maßzahl entsprechend die letzte Nummer erhält.

Die Numerierung erfolgt durchlaufend, d. h. ohne Berücksichtigung, ob eine Maßzahl in verschiedenen Gruppen steht. Gleiche Maßzahlen erhalten den Mittelwert ihrer Anordnungszahlen.

Der Test wird mit den Rangnummern durchgeführt. Als Testgröße dient bei gleicher Fallzahl die Summe der Rangzahlen einer Stichprobe, zum Beispiel der ersten R_1 .

Der kritische Bereich der Testgrößen für die Stichprobenumfänge n_1 und n_2 liegt tabelliert vor, zum Beispiel in den Geigy-Tabellen (Documenta GEIGY, 6. Aufl. 1960).

An einem Beispiel soll zunächst der WILCOXON-Test dargestellt werden.

Vergleich der Maßzahlen entsprechender Läsionsgrade pro Ratte der Tiergruppen I und II, wobei Tiergruppe I mit Labordiät und Tiergruppe II mit Stärkediät gefüttert wurde.

I		:	II	
Maßzahl	Rangzahl		Maßzahl	Rangzahl
6	1		10	9,5
8	2,5		10	9,5
8	2,5		10	9,5
9	5,0		11	14,5
9	5,0		12	20,0
9	5,0		12	20,0
10	9,5		13	28,0
10	9,5		13	28,0
10	9,5		13	28,0
11	14,5		13	28,0

Da nun die Labordiät der Tiergruppe I an andere Tiere als die der Tiergruppe II mit Stärkediät verfüttert wurde, handelt es sich um unverbundene Stichproben. Bei den Maßzahlen, die zum Vergleich herangezogen wurden, handelt es sich jeweils um die Summe, die sich aus der Addition der Maßzahlen

der rechten und linken Unterkieferhälfte des entsprechenden Versuchstieres ergibt (siehe Seite 17). Die so gewonnenen Maßzahlen pro Ratte wurden in jeder Versuchsgruppe nach steigender Größe geordnet.

D. ERGEBNISSE

1. Datenbeschreibung

Für die vier Diätengruppen ergab die mikroskopische Auswertung der einzelnen Schliffpräparate die aus den folgenden Tabellen ersichtlichen Ergebnisse. Am Beispiel der mikroskopischen Auswertung der Schliffpräparate der Tiergruppe I soll die Nomenklatur der Tabellen näher erläutert werden.

Erläuterung:

Nr.	= Versuchstiere
A, B ₁ , B ₂ , C	= Läsionsgrade
M ₁ , M ₂	= Molaren der rechten bzw. der linken Unterkieferhälfte
$\sum$	= Summe der Gewichtszahlen pro Kieferhälfte
X _i	= Maßzahl pro Ratte
S	= Summe der Maßzahlen
$\bar{x}$	= durchschnittliche Läsionszahl

Tabelle 3

Die tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe I (Labordiät) im Sinne der "longitudinalen" Auswertung

Nr.	A	B ₁	B ₂	C
1	10	2	-	-
2	9	2	-	-
3	9	1	-	-
4	8	-	-	-
5	9	-	-	-
6	9	2	-	-
7	10	6	-	-
8	6	-	-	-
9	10	2	-	-
10	10	7	-	-
11	10	1	-	-
12	10	2	-	-
13	10	3	-	-
14	10	-	-	-
15	9	3	-	-
16	10	2	-	-
17	9	1	-	-
18	7	1	-	-
19	8	-	-	-
20	8	1	-	-
Gesamt- summe	175	36		

Tabelle 4

Die mikroskopische Auswertung der Schliffpräparate der Tiergruppe II (Stärkediät) insgesamt

Nr.	RECHTE SEITE		Σ	LINKE SEITE		Σ	X_i
	M_2	M_1		M_1	M_2		
1	A A	A B ₁ B ₁	7	B ₁ A A	B ₁ A	7	14
2	A B ₁	A A A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
3	A B ₁	A B ₁ A	7	A B ₁ A	A A	6	13
4	A B ₁	- B ₁ A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
5	A B ₁	A B ₁ A	7	A B ₁ A	B ₁ A	7	14
6	A B ₁	A B ₁ A	7	A A A	A A	5	12
7	A A	A B ₁ A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
8	A B ₁	A B ₁ B ₁	8	A B ₁ A	B ₁ A	7	15
9	A A	A B ₁ A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
10	A A	A B ₁ B ₁	7	A B ₁ A	B ₁ A	7	14
11	A B ₁	A B ₁ A	7	A A A	B ₁ A	6	13
12	A A	A B ₁ A	6	A B ₁ A	A A	6	12
13	A A	A A A	5	A A A	A A	5	10
14	A B ₁	A A A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
15	A A	A A A	5	A A A	A A	5	10
16	A B ₁	A A A	6	A A A	A A	5	11
17	A A	A A A	5	A A A	A A	5	10
18	A B ₁	A A A	6	A B ₁ A	B ₁ A	7	13
19	A B ₁	A B ₁ A	7	A B ₁ A	B ₁ A	7	14
20	A B ₁	A B ₁ A	7	B ₁ B ₁ A	B ₁ A	8	15
S							255
$\bar{x}$							12.75

Tabelle 5

Tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe II (Stärkediät) im Sinne der "longitudinalen" Auswertung

Nr.	A	B ₁	B ₂	C
1	10	4	-	-
2	10	3	-	-
3	10	3	-	-
4	9	4	-	-
5	10	4	-	-
6	10	2	-	-
7	10	3	-	-
8	10	5	-	-
9	10	3	-	-
10	10	4	-	-
11	10	3	-	-
12	10	2	-	-
13	10	-	-	-
14	10	3	-	-
15	10	-	-	-
16	10	1	-	-
17	10	-	-	-
18	10	3	-	-
19	10	4	-	-
20	10	5	-	-
Gesamt- summe	199	56		

Tabelle 7

Tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe III (Zucker-Stärkediät) im Sinne der "longitudinalen" Auswertung

Nr.	A	B ₁	B ₂	C
1	10	6	4	-
2	10	8	5	-
3	10	7	3	-
4	10	9	7	-
5	10	10	7	-
6	10	7	7	-
7	10	10	5	-
8	10	8	4	-
9	10	8	4	-
10	10	9	5	-
11	10	10	4	-
12	10	7	4	-
13	10	6	4	-
14	10	9	4	-
15	10	7	4	-
16	10	9	4	-
17	10	7	4	-
18	10	9	5	-
19	10	10	4	-
20	9	5	4	-
Gesamt- summe	199	161	90	

Tabelle 9

Tabellarische Darstellung des "Total-Durchlaufen" der Tiergruppe IV (Stephan 580-Diät) im Sinne der "longitudinalen" Auswertung

Nr.	A	B ₁	B ₂	C
1	10	8	5	-
2	10	10	4	-
3	10	10	4	-
4	10	10	4	2
5	10	10	4	-
6	10	10	6	-
7	10	8	4	-
8	10	10	8	5
9	10	9	4	-
10	10	10	5	-
11	10	10	5	-
12	10	9	5	-
13	10	9	5	1
14	10	8	5	-
15	10	10	5	-
16	10	10	5	-
17	10	10	4	-
18	10	9	5	1
19	10	10	5	-
20	10	10	6	1
Gesamt- summe	200	190	98	10

Tabelle 10

Die Maßzahlen der Läsionsgrade der Tiergruppen I - IV

Gruppe I Labordiät	Gruppe II Stärkediät	Gruppe III Zucker- Stärkediät	Gruppe IV Stephan 580-Diät
6	10	18	22
8	10	20	23
8	10	20	23
9	11	21	23
9	12	21	24
9	12	21	24
10	13	21	24
10	13	21	24
10	13	22	24
11	13	22	25
11	13	23	25
11	13	23	25
12	13	23	25
12	13	24	25
12	14	24	25
12	14	24	25
12	14	24	26
13	14	25	26
16	15	26	27
17	15	27	33
S	218	450	498
$\bar{x}$	10,90	22,50	24,90

nach ihrer Größe geordnet.

S: Gesamtsumme

$\bar{x}$: Durchschnittliche Läsionsmaßzahl pro Tier

Tabelle 11

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefaßt:

	Gruppe I Labordiät	Gruppe II Stärkediät	Gruppe III Zucker- Stärkediät	Gruppe IV Stephan- 580-Diät
A	182	199	199	200
B ₁	36	56	161	190
B ₂	-	-	90	98
C	-	-	-	10
S	218	255	450	498
$\bar{x}$	10.90	12.75	22.50	24.90
s_x	0.58	0.34	0.49	0.50

A	Summe der Anzahl "total durchlaufener" Befallsstadien der Stufe A
B ₁	Summe der Anzahl "total durchlaufener" Befallsstadien der Stufe B ₁
B ₂	Summe der Anzahl "total durchlaufener" Befallsstadien der Stufe B ₂
C	Summe der Anzahl "total durchlaufener" Befallsstadien der Stufe C
S	Gesamtsumme
$\bar{x}$	Durchschnittliche Läsionsmaßzahl pro Tier
s_x	Standardabweichung des Mittelwertes

2. Statistische Prüfung des Datenmaterials

Tabelle 12

Vergleich der Rangnummern der Tiergruppen I : II und I : III
mit dem WILCOXON-Test

I		:	II		I		:	III	
Maß- zahl	Rang- zahl		Maß- zahl	Rang- zahl	Maß- zahl	Rang- zahl		Maß- zahl	Rang- zahl
6	1		10	9,5	6	1		18	21,0
8	2,5		10	9,5	8	2,5		20	22,5
8	2,5		10	9,5	8	2,5		20	22,5
9	5,0		11	14,5	9	5,0		21	26,0
9	5,0		12	20,0	9	5,0		21	26,0
9	5,0		12	20,0	9	5,0		21	26,0
10	9,5		13	28,0	10	8,0		21	26,0
10	9,5		13	28,0	10	8,0		21	26,0
10	9,5		13	28,0	10	8,2		22	29,5
11	14,5		13	28,0	11	11,0		22	29,5
11	14,5		13	28,0	11	11,0		23	32,0
11	14,5		13	28,0	11	11,0		23	32,0
12	20,0		13	28,0	12	15,0		23	32,0
12	20,0		13	28,0	12	15,0		24	35,5
12	20,0		14	34,5	12	15,0		24	35,5
12	20,0		14	34,5	12	15,0		24	35,5
12	20,0		14	34,5	12	15,0		24	35,5
12	20,0		14	34,5	12	15,0		24	35,5
13	28,0		14	34,5	13	18,0		25	38,0
16	39,0		15	37,5	16	19,0		26	39,0
17	40,0		15	37,5	17	20,0		27	40,0
Σ	300,0		Σ	520,0	Σ	210,0		Σ	610,0

Tabelle 13

Vergleich der Rangnummern der Tiergruppen I : IV und II : III
mit dem WILCOXON-Test

I		IV		II		III	
Maß- zahl	Rang- zahl	Maß- zahl	Rang- zahl	Maß- zahl	Rang- zahl	Maß- zahl	Rang- zahl
6	1	22	21	10	2	18	21,0
8	2,5	23	23	10	2	20	22,5
8	2,5	23	23	10	2	20	22,5
9	5,0	23	23	11	4,0	20	26,0
9	5,0	24	27	12	5,5	21	26,0
9	5,0	24	27	12	5,5	21	26,0
10	8,0	24	27	13	10,5	21	26,0
10	8,0	24	27	13	10,5	21	26,0
10	8,0	24	27	13	10,5	22	29,5
11	11,0	25	33	13	10,5	22	29,5
11	11,0	25	33	13	10,5	23	32,0
11	11,0	25	33	13	10,5	23	32,0
12	15,0	25	33	13	10,5	23	32,0
12	15,0	25	33	13	10,5	24	35,5
12	15,0	25	33	14	16,5	24	35,5
12	15,0	25	33	14	16,5	24	35,5
12	15,0	26	37,5	14	16,5	24	35,5
13	18,0	26	37,5	14	16,5	25	38,0
16	19,0	27	39,0	15	19,5	26	39,0
17	20,0	33	40,0	15	19,5	27	40,0
Σ	210,0	Σ	565,0	Σ	208,5	Σ	610,0

Tabelle 14

Vergleich der Rangnummern der Tiergruppen II : IV und III : IV
mit dem WILCOXON-Test

II		IV		III		IV	
Maß- zahl	Rang zahl	Maß- zahl	Rang zahl	Maß- zahl	Rang- zahl	Maß- zahl	Rang- zahl
10	1,5	22	21	18	1	22	10,0
10	1,5	23	23	20	2,5	23	14,5
10	1,5	23	23	20	2,5	23	14,5
11	4,0	23	23	21	6,0	23	14,5
12	5,5	24	27	21	6,0	24	22,0
12	5,5	24	27	21	6,0	24	22,0
13	10,5	24	27	21	6,0	24	22,0
13	10,5	24	27	21	6,0	24	22,0
13	10,5	24	27	22	10,0	24	22,0
13	10,5	25	33	22	10,0	25	30,5
13	10,5	25	33	23	14,5	25	30,5
13	10,5	25	33	23	14,5	25	30,5
13	10,5	25	33	23	14,5	25	30,5
13	10,5	25	33	24	22,0	25	30,5
14	16,5	25	33	24	22,0	25	30,5
14	16,5	25	33	24	22,0	25	30,5
14	16,5	26	37,5	24	22,0	26	36,0
14	16,5	26	37,5	25	30,5	26	36,0
15	19,5	27	39,0	26	36,0	27	38,5
15	19,5	33	40,0	27	38,5	33	40,0
Σ	208,5	Σ	610,0	Σ	292,5	Σ	527,5

Tabelle 15

Vergleich der Rangnummern entsprechender Gewichte der Tiergruppen I : II und I : III mit dem WILCOXON-TEST

I		:	II		I		:	III	
Ge- wicht	Rang- zahl		Ge- wicht	Rang zahl	Ge- wicht	Rang- zahl		Ge- wicht	Rang zahl
33	2,0		26	1	33	3,0		27	1
43	8,5		35	3	43	13,0		30	2
44	10,0		37	4,5	44	15,0		35	4
49	14,5		37	4,5	49	23,0		36	5
50	16,5		41	6,0	50	24,0		37	6
51	18,0		42	7,0	51	25,0		39	7,5
52	20,5		43	8,5	52	26,5		39	7,5
52	20,5		45	11,0	52	26,5		40	9,5
54	25,0		46	12,0	54	28,0		40	9,5
56	26,0		47	13,0	56	30,0		41	11,0
58	28,0		49	14,5	58	31,5		42	12,0
58	28,0		50	16,5	58	31,5		44	15,0
60	32,5		52	20,5	60	33,5		44	15,0
60	32,5		52	20,5	60	33,5		45	17,5
61	34,0		53	23,5	61	35,0		45	17,5
64	35,0		53	23,5	64	36,0		46	19,0
68	36,5		58	28,0	68	37,5		48	21,0
68	36,5		59	30,5	68	37,5		48	21,0
69	38,0		59	30,5	69	39,5		48	21,0
70	39,0		76	40,0	70	40,0		55	29,0
Σ	502,0		Σ	319,0	Σ	569,0		Σ	251,0

Tabelle 16

Vergleich der Rangnummern entsprechender Gewichte der Tiergruppen I : IV und II : III mit dem WILCOXON-Test

I		IV		II		III	
Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl
33	15,0	22	1,0	26	1,0	27	2,0
43	21,5	23	2,0	35	4,5	30	3,0
44	23,0	26	3,5	37	8,0	35	4,5
49	24,0	26	3,5	37	8,0	36	6,0
50	25,0	28	6,5	41	14,5	37	8,5
51	26,0	28	6,5	42	16,5	39	10,5
52	27,5	28	6,5	43	18,0	39	10,5
52	27,5	28	6,5	45	22,0	40	12,5
54	29,0	30	9,0	46	24,5	40	12,5
56	30,0	31	11,0	47	26,0	41	14,5
58	31,5	31	11,0	49	30,0	42	16,5
58	31,5	31	11,0	50	31,0	44	19,5
60	33,5	32	13,0	52	32,5	44	19,5
60	33,5	33	15,0	52	32,5	45	22,0
61	35,0	33	15,0	53	34,5	45	22,0
64	36,0	34	17,0	53	34,5	46	24,5
68	37,5	35	19,0	58	37,0	48	28,0
68	37,5	35	19,0	59	38,5	48	28,0
69	39,0	35	19,0	59	38,5	48	28,0
70	40,0	43	21,5	76	40,0	55	36,0
Σ	603,5	Σ	216,5	Σ	492,0	Σ	328,0

Tabelle 17

Vergleich der Rangnummern entsprechender Gewichte der Tiergruppen II : IV und III : IV mit dem WILCOXON-Test

II		IV		III		IV	
Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl	Ge- wicht	Rang- zahl
26	4	22	1	27	5	22	1
35	19,5	23	2	30	10,5	23	2
37	22,5	26	4	35	20,5	26	3,5
37	22,5	26	4	36	23,0	26	3,5
41	24,0	28	7,5	37	24,0	28	7,5
42	25,0	28	7,5	39	25,5	28	7,5
43	26,5	28	7,5	39	25,5	28	7,5
45	28,0	28	7,5	40	27,5	28	7,5
46	29,0	30	10,0	40	27,5	30	10,5
47	30,0	31	12,0	41	29,0	31	13,0
49	31,0	31	12,0	42	30,0	31	13,0
50	32,0	31	12,0	44	32,5	31	13,0
52	33,5	32	14,0	44	32,5	32	15,0
52	33,5	33	15,5	45	34,5	33	16,5
53	33,5	33	15,5	45	34,5	33	16,5
53	35,5	34	17,0	46	36,0	34	18,0
58	37,0	35	19,5	48	38,0	35	20,5
59	38,5	35	19,5	48	38,0	35	20,5
59	38,5	35	19,5	48	38,0	35	20,5
76	40,0	43	26,5	55	40,0	43	31,0
∑	586,0	∑	234,0	∑	572,0	∑	248,0

Bei der Zusammenstellung der WILCOXON-Test-Ergebnisse ergibt sich, daß zwischen den Kariesmaßzahlen der Experimentaldiäten durchweg statistisch gesicherte Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P \leq 1\%$ vorhanden sind.

Aus der folgenden Zusammenstellung sind die Unterschiede in den Maßzahlen für den Kariesbefall von Ratten, die mit Diäten von unterschiedlichem Kohlenhydratgehalt gefüttert wurden, ersichtlich.

Vergleich	Ergebnis
I : II	+
I : III	+
I : IV	+
II : III	+
II : IV	+
III : IV	+

Statistische Prüfung der Unterschiede im Kariesbefall zwischen den Diätengruppen mit dem WILCOXON-Test

+ = statistisch gesichert ($P \leq 1\%$)

Bei dem Vergleich der Gewichtszunahmen der einzelnen Versuchstiere wurde in der Gruppe I (Labordiät) die höchste, und in der Gruppe IV (Stephan-580-Diät) die niedrigste Gewichtszunahme verzeichnet. Dazwischen liegen Gruppe II (Stärkediät) und Gruppe III (Zucker-Stärke-Diät).

Folgende Tabelle faßt diese Ergebnisse der statistischen Prüfung der Unterschiede zwischen den Gewichtszunahmen der Diätgruppen zusammen.

Vergleich	Ergebnis
I : II	(+)
I : III	+
I : IV	+
II : III	(+)
II : IV	+
III : IV	+

+ = statistisch gesichert ($P \leq 1\%$)

(+) = statistisch auffällig ($1\% < P < 5\%$)

Die Beobachtung der unterschiedlichen Gewichtszunahmen in den statistisch ausgewerteten Gruppen läßt die Frage offen, ob sie einmal auf die verabfolgten Diäten allein, eine unterschiedliche Gesamtfreßdauer, auf die unterschiedliche Kariesbefallsschwere oder auf Tierhaltung und Pflege (Käfigbauart, Sauberkeit der Stallungen, klimatische Bedingungen, d. h. Kontrolle der Raumtemperatur und sorgfältige Lüftung) zurückzuführen sind.

Ebenso blieb in unseren Versuchen die Menge der täglich aufgenommenen kariogenen Kost, die Häufigkeit des Trinkens sowie die Häufigkeit der Futteraufnahme unberücksichtigt.

E. KRITISCHE BETRACHTUNG DER UNTERSUCHUNGEN UND IHRER ERGEBNISSE

In der vorliegenden Arbeit wurden in tierexperimentellen Untersuchungen die unterschiedliche Kariogenizität verschiedener Diäten geprüft.

Die Labordiät der Gruppe I enthielt 66,6% Weizenbackschrot und 33,3% Vollmilchpulver.

Die Diäten der Versuchsgruppen II und IV setzen sich zu 66% aus feiner Stärke oder feinem Zucker, in der Gruppe III aus je 33% feinem Zucker und feiner Stärke zusammen. Die Fütterungsdiäten der Versuchsgruppen II, III und IV werden weiterhin durch 32% Magermilchtrockenpulver und 2% Trockenleber ergänzt.

Der unterschiedliche Kariesbefall in den einzelnen Versuchsgruppen reicht von den definierten Schmelzläsionen A bis zu den Dentinläsionen C.

In den Versuchsgruppen I und II können wir einen deutlich verminderten Kariesbefall feststellen.

Die niedermolekularen Anteile sind durch höhermolekulare Anteile ersetzt worden. In der Labordiät (Versuchsgruppe I) ist der Rohrzucker voll durch Weizenbackschrot ausgeglichen und wir finden hier nur leichte Läsionen.

Die Versuchsgruppe III, durch Zucker-Stärkediät gekennzeichnet, zeigt eine Zunahme des Kariesbefalls. Die Läsionsschweregrade B₁ und B₂ sind im Vergleich zur reinen Labordiät (Gruppe I) und zu der Stärkediät (Gruppe III) zahlenmäßig vermehrt.

In der Versuchsgruppe IV wurde Stephan-580 Diät, das heißt reiner Zucker, verabreicht. Hier finden wir außer kariogenen Läsionen mit den Schweregraden B₁ und B₂ auch solche Läsionen, die durch den Befallsschweregrad C gekennzeichnet sind.

Die Fütterungsversuche zeigen, daß die niedermolekularen Kohlenhydrate kariogen, die höhermolekularen jedoch kaum eine Kariogenizität aufweisen. Die ermittelten Befunde decken sich mit den von GUSTAFSON, G. (1952, 1955, 1957) et al., MÜHLEMANN, H. R. und KÖNIG, K. G. (1962), KÖNIG, K. G. (1962, 1966), BRAMSTEDT, F. (1965) und anderen.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Nach einem Überblick über die allgemeinen Grundlagen der Kariesentstehung wird der kariogene Einfluß der Nahrung auf die Zahnhartsubstanzen erläutert und auf die bisherigen Untersuchungen hingewiesen.

In eigenen tierexperimentellen Untersuchungen werden vier verschiedene Diäten verfüttert und auf ihre unterschiedliche Kariogenizität geprüft.

In der "kurzfristigen" Versuchsdauer von 14 Tagen standen uns 80 Osborn-Mendel-Albinoratten zur Verfügung, die wir auf vier Gruppen zu jeweils 20 Tieren verteilten.

Als einzigste Diät erzeugte die reine Zuckerdiät (Stephan-580) kariogene Läsionen bis zum Befallsschweregrad C. Bei der Zucker- bzw. Zucker-Stärke-Diät stellten wir außerdem mittelschwere Dentinläsionen fest. Die Labordiät und reine Stärkediät hingegen zeigte nur Schmelzläsionen sowie Dentinläsionen im Initialstadium.

Beim Vergleich der Läsionsmaßzahlen der Versuchsgruppen untereinander konnten mit dem Rangtest nach Wilcoxon signifikante Unterschiede festgestellt werden (Irrtumswahrscheinlichkeit $P \leq 1\%$).

Die Gewichtszunahmen der Tiere in den Gruppen wurde ebenfalls geprüft. Bei der Labordiät war die Gewichtszunahme am höchsten, bei der Stephan-580-Diät (reine Zuckerdiät) am niedrigsten. Die Gewichtszunahmen der Diätengruppen II und III (Stärke- bzw. Zucker-Stärke-Diät) nahmen eine Mittelstellung ein. Auch hier wurde zur mathematisch-statistischen Sicherung der Rangtest nach WILCOXON für unverbundene Stichproben herangezogen.

Die Ergebnisse geben Aufschluß darüber, wie kariogene Läsionen durch unterschiedliche Testdiäten im kurzfristigen Tierversuch erzeugt werden können.

Umweltfaktoren und Verhaltensweisen der Tiere blieben dabei unberücksichtigt.

Tabelle 18

Ergebnisse des Rangtestes nach WILCOXON

Vergleich zwischen den Gruppen			Signifikanz	
			Maßzahlen	Körpergewicht
I	:	II	+	(+)
I	:	III	+	+
I	:	IV	+	+
II	:	III	+	(+)
III	:	IV	+	+
III	:	IV	+	+

+ = statistisch gesichert ($P \leq 1\%$)
 (+) = statistisch auffällig ($1\% < P = 5\%$)

In vorliegender Tabelle sind die Ergebnisse der statistischen Auswertung mit dem Rangtest nach WILCOXON zusammengefaßt. Bei dem Vergleich der Maßzahlen der Versuchsgruppen untereinander konnten durchweg statistisch gesicherte Unterschiede festgestellt werden.
 Die einzelnen Körpergewichte erbrachten neben statistisch gesicherten, statistisch auffällige Testergebnisse.

LITERATURHINWEISE

- BALOGH, K.: Die Schädigung der Zähne durch Kohlenhydrate.
Zahnärztl. Prax. 12, 49 (1961)
- BIBBY, B. G. u. J. H. SHAW: Diet and Dental Caries.
Int. dent. J. 15, 1 (1965)
- BOWEN, W. H.: A Bacteriological Study of Experimental Dental in Monkeys.
Int. dent. J. 15, 12 (1965)
- BRAMSTEDT, F., KRÖNCKE, A., NAUJOKS, R. u. R. VONDERLINN:
Biochemische Speicheluntersuchungen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 9, 782-791 (1954)
- BRAMSTEDT, F.: Neuer Erkenntnisse über die Beziehungen zwischen
Karies und Ernährung.
Zahnärztl. Prax. 11, 121-122 (1965)
- BÜTTNER, W., CREMER, H. D. u. M. HERRMANN: Kariesdiagnostik an Zahn-
schliffen bei der Ratte.
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 984 (1956)
- BÜTTNER, W.: Apparat zur Herstellung unentkalkter Serienschliffe mensch-
licher Zähne.
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 1086-1069 (1956)
- DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftliche Tabellen
6. Auflage 1960, S. 124-127
- EGYEDI, H.: Über die Unterschiede in der Pathogenese von Schmelzkaries
und Zementkaries.
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 1191 (1965)
- ERSHOFF, B. H., BRANN, A. S. u. A. L. BAVETTA: Comparative Caries
Experience of Littermate Rats Fed three Different Cariogenic Rations.
J. dent. Res. 41, 853 (1962)
- GUSTAVSSON, B.: Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse der Vipeholm-
untersuchungen.
Odont. T. 60, 338 (1952)
- GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. u. E. BRUNIUS:
Experimental Dental Caries in Golden Hamsters.
V. The Cariogenic Effect of Different Carbohydrates in Dry and
Moist Diets.
Odont. T. 63, 506 (1955)

- GUSTAFSON, G., STELLING, E., ABRAMSON, E. und E. BRUNIUS:
Experimentelle Dentalkaries bei Goldhamstern.
VII. Einige präliminäre Experimente mit übermittlender Verflütte-
rung kariogener Diät an Hamstern.
Stoma 10, 197-200 (1957)
- GUSTAFSON, G., STELLING, E. u. E. BRUNIUS: Experimental Dental Caries
in Golden Hamsters.
Odont. T. 60, 111-112 (1952)
- HOLLOWAY, P. J.: Caries Resistance in Golden Hamsters.
J. dent. Res. 40, 946 (1961)
- HOFFER, O., REICHENBACH, E., v. KREUDENSTEIN, S. T. u. E. WANNEN-
MACHER: Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde.
Verlag Ambrosius Barth Leipzig
3. Auflage 1963, Bd. II S. 484-565
- JANSEN, M. T.: An Improved Method for the Preparation of "Serial"
Sections of Undecalcified Dental Tissues.
J. dent. Res. 29, 401 (1950), zit. n. KÖNIG, K. G. (1966)
- KOLLERS, S.: Statistische Auswertungsmethoden, in: Biochemisches
Taschenbuch, Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York, S. 991, 1964
- KÖNIG, K. G.: Effects of Partiele Sice on Corn and Sugar Diets and of
Mastications on Caries Incidence in Osborn-Mendel-Rats.
J. dent. Res. 41, 966 (1962)
- KÖNIG, K. G.: Kariesprophylaxe im jugendlichen Alter.
Öst. Z. Stomat. T. 59, 396-409 (1962)
- KÖNIG, K. G.: Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim Menschen und
ihre Untersuchung im kurzfristigen Rattenexperiment.
Verlag Hans Huber Bern u. Stuttgart 1966, S. 11-115
- KÖNIG, K. G. u. T. M. MARTHALER: A Longitudinal Study of Molar
Eruption in Osborn-Mendel-Rats.
Helv. odont. Acta 2, 23 (1958)
- KÖNIG, K. G., MARTHALER, T. M. u. H. R. MÜHLEMANN: Methodik der
kurzfristig erzeugten Rattenkaries.
Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 29, 99-126 (1958)
- LEHNARTZ, E.: Chemische Physiologie.
Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg 10. Auflage 1952,
S. 329-334
- MILLER, W. D.: Die Mikroorganismen der Mundhöhle.
Verlag Georg Thieme, Leipzig 1889, zit. n. KÖNIG, K. G. (1966)

- MÜHLEMANN, H. R. u. K. G. KÖNIG: Zahnkaries im Tierexperiment.
Ciba Symposium 13, 65 (1965)
- NAUJOKS, R.: Biochemische Aspekte in der Kariesätiologie.
Zahnärztl. Prax. 15, 63-64 (1964)
- PILZ, W.: Kariesreduktion und Kariesprophylaxe durch Fluoridierung und andere geeignete Maßnahmen.
Dtsch. Stomat. 14, 379-391 (1964)
- ROSEBURY, T., KARSHAN, M. u. G. FOLEY: Studies, in the Rat, of Susceptibility to Dental Caries.
III. The Experimental Production of Typical Dental Fissurecaries and Other Lesions in Rats, and Preliminary Studies of their Etiology.
J. dent. Res. 13, 379 (1933b), zit. n. KÖNIG, K. G. (1966)
- SHAW, S. H.: The Effect of Carbohydrate-High and Carbohydrate-Low Diets on the Incidence of Dental Caries in White Rats.
J. Nutrition 53, 151 (1954)
- SOGNNAES, R.: Kariesforschung im Tierexperiment.
Dtsch. zahnärztl. Z. 12, 1005-1006 (1957)
- STÖGER, H.: Die Kariesprophylaxe, ein wesentlicher Beitrag zur Gesunderhaltung des Organismus.
Zahnärztl. Welt 66, 240-241 (1965)
- WANNENMACHER, E.: Zahnkaries und Ernährung.
Dtsch. Zahnärztebl. 18, 657-664 (1964)
- WESSLAU, E.: Zahnkaries und Ernährung.
Zahnärztl. Prax. 16, 88 (1965)
- WILLIAMS, J. L.: A Contribution to the Study of Pathology of the Enamel.
Dent. Cosmos 39, 169-196 (1897), zit. n. KÖNIG, K. G. (1966)

Herrn Professor Dr. Dr. P. Rieth e möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas sowie die allzeit gewährte Unterstützung herzlich danken.

Herrn Professor Dr. Dr. S. Koller vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation und seinem Mitarbeiter Herrn Dr. med. H. Fassl danke ich für die stets freundliche Hilfe bei der Abfassung des mathematisch-statistischen Teils.

LEBENS LAUF

Am 23. Juli 1937 wurde ich, Klaus Gaertner, als Sohn des Zahnarztes Dr. Kurt Gaertner und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Gieseler, in Sprottau/Niederschlesien geboren. 1945 übersiedelte ich, durch Kriegseinwirkung und Vertreibung gezwungen, nach Halle an der Saale. Hier besuchte ich bis 1951 die Volksschule und von 1951 bis 1955 die Staatliche Mathematisch-Naturwissenschaftliche August-Hermann-Francke-Oberschule der Franckeschen Stiftungen. Dort legte ich im Juni 1955 mit gutem Erfolg die Reifeprüfung ab.

Im Herbstsemester 1955 begann ich als ordentlicher Studierender der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit dem Studium der Zahnheilkunde.

1958 verließ ich Mitteldeutschland und ließ mich im Sommersemester 1959 als Studierender der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz immatrikulieren. Im Sommersemester 1961 bestand ich hier das Physikum. Nach dem Wintersemester 1963/64 schloß ich mein Studium mit dem am 6. August 1964 vollständig bestandenen Staatsexamen ab.

Am 15. Oktober 1964 wurde mir vom Kultusministerium des Landes Rheinland-Pfalz die Bestallung als Zahnarzt erteilt.



